

# 人口減少下の都市における 15-minute city を 前提とした都市集約の効果分析 —住民の移動コスト及び公共施設維持管理費用 に着目して—

菊池 浩紀<sup>1</sup>・福田 敦<sup>2</sup>・北方 暁<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 日本大学助手 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台七丁目 24-1)  
E-mail:kikuchi.hiroki@nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台七丁目 24-1)  
E-mail:fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 千葉県 企業局船橋水道事務所 (〒273-0014 千葉県船橋市高瀬町 62-12)  
E-mail:a.ktkt@pref.chiba.lg.jp

ポストコロナを考慮した効率的な都市のあり方として、欧米諸国では”15-minute city”の概念が再び注目され、徒歩で 15 分の範囲に都市機能を集約してウォークラブルで持続可能な都市を目指している。しかし、その実現によって住民及び行政の負担がどの程度変化するのか、また、ポストコロナにおける都市の集約方法の一つとして、この概念が我が国の都市集約の手法として適しているのかどうか定量的に分析されていないことが課題として挙げられる。本研究では、千葉市を対象に、都市機能を集約した場合を想定し、公共施設の除却による運営維持管理コストの削減と住民の公共施設までの移動に費やす移動コストの推移との関係を分析し、我が国における 15-minute city に基づく都市集約化の有効性を検討することを目的とする。その結果、15-minute city に基づいた都市の集約化により利用者が著しく減少する施設を除却した場合、公共施設の維持管理コストは削減することが可能であるが、住民の移動コストは施設によって減少する場合と増加する場合があることを明らかにした。

**Key Words:** 15-minute city, urban aggregation, population decline, travel cost, administrative management cost

## 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）の拡大により、「新たな生活様式」が広がり人々の暮らし方がこれまでと大きく変化しつつある。実際に感染下では、人々の移動が減少し、都心部の鉄道駅周辺や公共施設などでは大きく人流が減少し、都市活動に影響を与えている。特に、郊外部の公園などでは活動量が増加したことから、居住地周辺の施設の活動が大きく増加したことが明らかとなっている<sup>1)</sup>。都市中心部から郊外部へ都市活動の中心が移行しつつある。

一方で、これまで我が国の多くの都市では、人口減少により財源が縮小する中で、これまで拡大してきた市街地を集約し、よりコンパクトで効率的な市街地に転換することを目指してきた。特に、「コンパクト・プラス・ネットワーク」のコンセプトに基づく立地適正化計画制

度を創設し、公共交通沿線に都市機能を集約し、高密度かつ効率的なコンパクトシティの実現を目指しており、多くの既存研究<sup>2)3)4)</sup>においてもその実現効果が示されている。しかしながら、依然として多く都市では立地適正化計画は策定されているが、コンパクトシティの実現に向けての都市機能の集約が進んでいないことに加えて、COVID-19 の感染拡大により、多くの人々が都心部の密な空間を避け、郊外部への移住する傾向が見受けられるため、これまで議論されてきた都市中心部を高密度で効率的な集約方法が、ポストコロナにおいて持続可能な都市の実現に向けて相応しいものであるのか課題が残る。

これらの解決策の一つとして、“15-minute city”（または 15-minute neighborhoods）というコンセプトが注目されている。Moreno<sup>5)</sup>及びMoreno et al.<sup>6)</sup>では、都市生活を維持するための 6 つの本質的な都市社会機能（生活、仕事、商業、医療、教育、娯楽）を効果的に機能させるために

は、都市を再構築し、近接性、多様性、密度、偏在性などの要素を満たす必要があると述べられており、このような都市のビジョンでは、居住地から歩いて行ける距離において必要な機会にアクセスできることが最も重要な目的としている。これまで、”20-minute city”としてコンセプト<sup>7)</sup>が形成され、特に欧米諸国の都市では、このコンセプトに基づいて都市計画の考案がなされており、ウォークブルかつ脱自動車依存で持続可能な都市を目指している。学術的にも”15-minute city”のコンセプトに基づいた定量的な分析が実施されている。例えば、Weng et al.<sup>8)</sup>は、上海市を対象に Walk Score 指標を用いて、各年齢層のニーズを満たす 15 分圏内の近隣地域の重要性を探ることで、15-minute city のコンセプトが住民の健康促進に繋がることを示している一方で、年齢や経済的地位などの属性によっては近隣の都市施設のニーズを満たすことができないことを述べている。Graells-Garido et al.<sup>9)</sup>は、地理データを用いて、バルセロナにおける出発地-目的地間の移動と都市のアクセシビリティとの関係を負の二項地理的加重回帰モデルを用いて空間的に分析している。その結果、人々は 15 分圏内の小売店などのアクセスが良い地域を訪れる傾向であることを明らかにしている。さらには、Balletto et al.<sup>10)</sup>は、都市居住者に対して、主要な都市サービスへのアクセスが可能な 15-minute city のコンセプトの実現を促進するために、放置された都市施設（特に大規模な建物や複合施設）とその周辺の役割を空間的に分析し、開発した指標を用いて評価している。

しかし、15-minute city の実現によって住民及び行政の負担がそれぞれの程度か、またポストコロナのコンパクトシティの実現方法の一つとして、15-minute city のコンセプトが我が国のような人口減少下の都市において有効な集約手法であるのか、住民および行政のそれぞれの負担の観点から分析されていないことが課題として挙げられる。

そこで、本研究では、人口減少下の都市である千葉県千葉市を対象とし、15-minute city のコンセプトに基づき、人口および都市機能を集約した場合を想定し、行政の公共施設の除却による運営維持管理コストの削減と住民の公共施設までの移動に費やす移動コストの変化について分析する。加えて、ポストコロナにおいて 15-minute city のコンセプトが人口減少下における都市の集約手法として有効であるのかを分析結果から定量的に明らかにすることが目的である。

### 3. 研究方法

#### (1) 研究方法の概要

まず、対象都市を選定した上で、分析に必要なデータ

(対象都市の人口データ、各種公共施設のデータ、道路ネットワークデータなど)を収集する。対象都市は、政令指定都市の中で最も財政状況が悪化しており、将来的に人口減少が進行する千葉県千葉市を選定する。次に、人口及び公共施設の集約化に関するシナリオを構築する。シナリオは、鉄道駅から徒歩 15 分で到達可能な範囲を居住可能地域と定義し、異なる人口の集約パターンを想定する。そして、地理情報システムのソフトウェア ArcGIS の Network Analyst モジュールを用いて、各シナリオにおける居住地メッシュから最寄りの各公共施設への最短経路移動時間の解析を行い、公共施設利用者の移動コストを推計する。さらに、公共施設の除却を考慮した上で、シナリオ別に施設の維持管理コストを推計し、15-minute city を前提とした人口及び公共施設の集約化の効果を分析する。

#### a) 対象都市の概要

本研究では、人口減少下の都市として、千葉県千葉市を対象とする。本市の人口は約 97.8 万人（2021 年 9 月現在）、市面積は 271.77 km<sup>2</sup>である。人口は、これまで増加の一途であったが、今後は減少傾向であると予測されている<sup>12)</sup>。また、財政の歳入出は、近年は財政健全化の効果があり徐々に回復している傾向であるが、将来的な人口減少による税収入の減少と公共施設の維持管理費の負担増加によって、財政の維持が厳しい状況である。また、都市内には図-1 に示すように鉄道及びバスの公共交通ネットワークが形成されている。今後、持続可能な都市の運営のために、市内の鉄道駅を中心に複数の地域拠点を設け、その拠点に公共施設などの都市機能や居住区域を集約させるコンパクトな都市構造の実現を提言している。

#### b) 住民の移動コストの推計方法

本研究では、住民の移動コストを「1 施設のあたり、1 年間に住民が負担する移動コスト」と定義する。住民は公共施設を利用する際、居住地から最も近い施設を選択すると仮定し、居住地の各メッシュから施設までの最

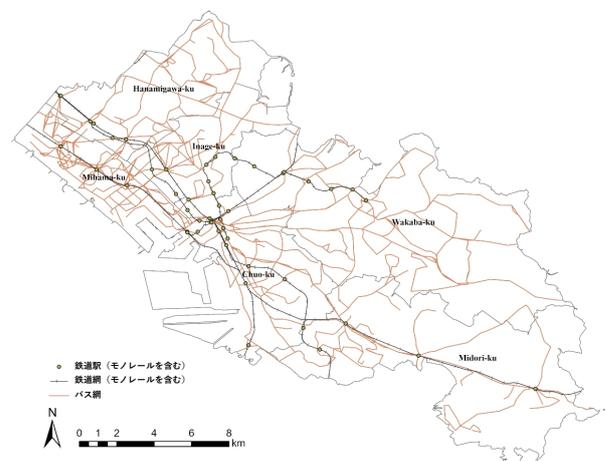


図-1 千葉市の公共交通ネットワーク

短道路距離から移動時間を算出し、時間コスト、利用率、メッシュ内人口を乗じることで推計する。その推計式を式(1)に示す。

$$TC = \sum_{i=1}^n \sum_j tDist_{ij} * P_i * Ur * ck \quad (1)$$

ここで、 $i$ : 各メッシュ (人口あり),  $j$ : 最寄り公共施設 (種類別),  $tDist_{ij}$ : メッシュ  $i$  から施設  $j$  までの最短移動時間,  $P_i$ : メッシュ  $i$  内の総人口,  $Ur$ : 施設利用率 (年間利用者数/総人口),  $ck$ : 時間価値 (千葉県民の1時間所得の平均)

c) 公共施設維持管理費用の推計方法

対象となる公共施設は、千葉市に現存する生活拠点施設とし、同じ能力を有する施設でも、管理者が国や民間企業のもは除外する。市が所有及び維持管理している施設<sup>13)</sup>のみを資産カルテより抽出し、対象公共施設を表-1に整理する。本研究では、3大分類 (行政施設, 社会教育施設, 集会施設) の合計 101 施設を対象とする。

また、対象の公共施設維持管理費用の推計式を式(2)に示す。公共施設の維持管理費用は、各施設の床面積に維持工事費用原単位を乗じることで推計される。維持工事費用原単位は、和田ら<sup>14)</sup>の研究を参考とし、千葉市に対応するように補正した。公共施設の構造別維持工事費用原単位を表-2に示す。なお、年間の総維持管理費用は、各公共施設の費用の合計とする。

$$MC_j(t) = \sum_j FS_j(t) * CF \quad (2)$$

ここで、 $MC$ : 公共施設  $j$  の施設維持管理費用,  $FS$ : 公共施設  $j$  における延床面積,  $CF$ : 公共施設  $j$  における維持工事費用原単位

表-1 対象の公共施設

施設大分類	施設数	施設種類
行政施設	24	区役所, 市民センター, 連絡所
社会教育施設	14	図書館
	47	公民館
集会施設	16	コミュニティセンター, 勤労市民プラザ

表-2 施設構造別工事費用原単位

	維持管理工事原単位 [円/m <sup>2</sup> ]	除却工事原単位 [円/m <sup>2</sup> ]
木造	7,336	20,173
SRC造	16,177	44,487
RC造	12,695	34,913
S造	7,626	20,972

(2) シナリオの設定

15-minute city のコンセプトに基づきながら、千葉市の立地適正化計画におけるコンパクト・プラス・ネットワークのコンセプトも考慮する。そこで、本研究では鉄道路線の沿線に人口を集約することを考慮したシナリオを設定する。まず、都市内の各鉄道駅から徒歩 15 分圏内の 500mメッシュを居住可能地域と定義する。その居住可能地域を図-2に示す。

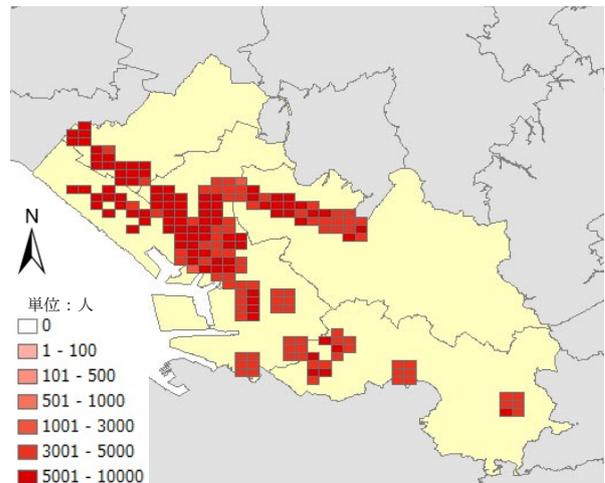
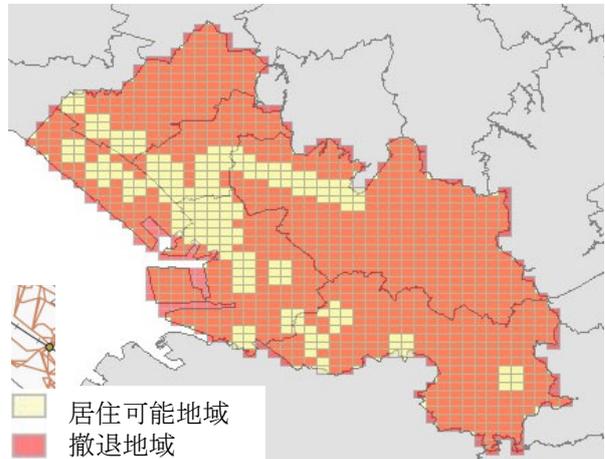
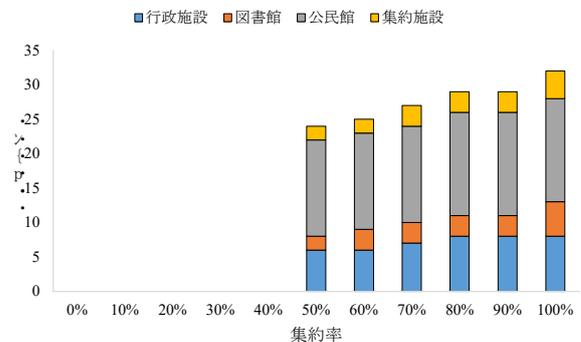


図-3 集約時の人口分布 (集約率 100%)



さらに、人口の集約率を設定する。図-2 に示す居住可能地域へ、撤退地域のメッシュから 0%~100%まで 10%毎に人口を各メッシュに等しく配分し、居住可能地域内に人口を集約するシナリオを想定する。徒歩 15 分圏内の居住可能地域に集約した場合の人口分布を図-3 に示す。

また、公共施設は人口集約率に応じて、施設を除却することを想定する。ここで除却の対象となるのは、各施設の利用者が人口集約前の 50%を下回った場合と定義する。この定義に基づいた人口集約率における除却対象施設数を図-4 に示す。人口集約率が 40%までは除却の対象となる施設は存在しないが、50%から 100%までは除却対象施設は増加傾向である。特に、人口集約率 100%の場合は、最多で 32 件の施設が除却される。各集約率における居住可能地域及び撤退地域の居住人口と除却される総公共施設数の一覧を表-3 に示す。

表-3 各集約率における人口及び公共施設数

集約率	0%	10%	20%	30%	40%
居住可能地域人口	429,920	485,136	540,351	595,567	650,782
撤退地域人口	552,156	496,940	441,725	386,509	331,294
公共施設総除却数	0	0	0	0	0
50%	60%	70%	80%	90%	100%
705,998	761,214	816,429	871,645	926,860	982,076
276,078	220,862	165,647	110,431	55,216	0
24	26	27	29	29	32

## 4. 分析結果

### (1) 空間的分析

#### a) 徒歩による到達可能時間の分析

まず、都市内の各鉄道駅から各メッシュまでの徒歩による到達可能時間を算出した。本研究では、千葉市の道路ネットワークの最短経路距離に基づいて、徒歩による到達可能時間を算出した。その算出結果を図-5 に示す。都市内の駅から遠いメッシュほど、徒歩での移動時間が大きくなる傾向であることがわかる。特に、都市の北西部へ向かう鉄道路線沿線は鉄道駅が多いため 15 分以内で到達可能なメッシュが多いが、都市南部においては駅間が長く、鉄道路線及び駅が少ないため、15 分以内で到達可能なメッシュが少ないことがわかる。また、北部及び北東部は鉄道ネットワークが存在しないため、鉄道駅からの到達可能時間が低い傾向である。北部の場合は都市外の鉄道駅からの到達可能時間が短くなるが、本研

究では都市内で集約することを想定としているため、都市外の鉄道駅からの到達可能時間は対象外とする。

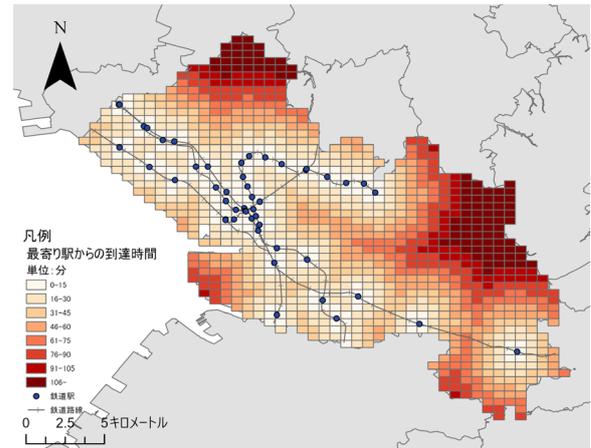


図-5 徒歩による到達可能時間

#### b) 公共施設の空間分布

人口集約率別に居住可能地域から徒歩によって 15 分で到達可能な各公共施設の空間分布を図-6 から図-9 に示す。各図は、人口集約率 100%の場合の施設除却後の空間的分布である。各公共施設ともに利用者数の低下により、多数の施設が除却されるが、鉄道駅から 15 分圏内に公共施設が存在するケースが多いことがわかる。しかし、都市の南部及び南東部の鉄道駅周辺では 15 分圏内に施設が存在しないことが明らかとなり、徒歩で利便性が低下していることがわかる。

### (2) シナリオ別分析

#### a) 住民の移動コスト

人口集約率及び各公共施設別に住民の移動コストを推計し、その結果を図-10 に示す。

行政施設では、集約率が 50%、70%、80%の時点で利用者減少による施設の除却が行われており、その分移動コストが増加する結果となった。しかし、90%、100%の集約率では移動コストが減少しており、集約化の効果を受けていることが分かった。図書館では、集約率が 50%、60%、100%の時に利用者減少による施設の除却が行われており、移動コストが増加する結果となった。一方で除却が行われていない集約率 70%、80%、90%では移動コストが減少しており、15-minute city のコンセプトに基づいた人口集約及び公共施設の除却の効果が結果として明らかになった。公民館では集約率が 50%、80%で利用者減少による施設の除却が行われており、移動コストが増加する結果となった。特に、集約率 50%では 14 件の施設除却が行われたため、移動コストの増加が大きい結果となったが、その後は移動コストが減少する傾向である。集会施設は、集約率が 50%、60%、100%のときに利用者

減少による施設の除却が行われており、移動コストが 50%の時に移動コストが増加したが、その後は減少傾向にある。また、除却されていない集会施設が他の施設に比べると鉄道駅に近いので、集約率が低い段階から移動コストが削減されると考えられる。

b) 公共施設維持管理費用

人口集約率別の公共施設維持管理費用を図-11 に示す。

その結果、人口集約率が高くなるにつれて、集約化が進むことになるため、除却される公共施設が増加することから、公共施設維持管理費用は削減される結果となった。また、集約率 100%における各公共施設の維持管理費用削減量は、行政施設で 1 億 30 万円、図書館で 6,593 万円、公民館で 1,139 万円、集会施設で 1,263 万円となった。また、全体を通しての削減量は集約前の 17%である。この

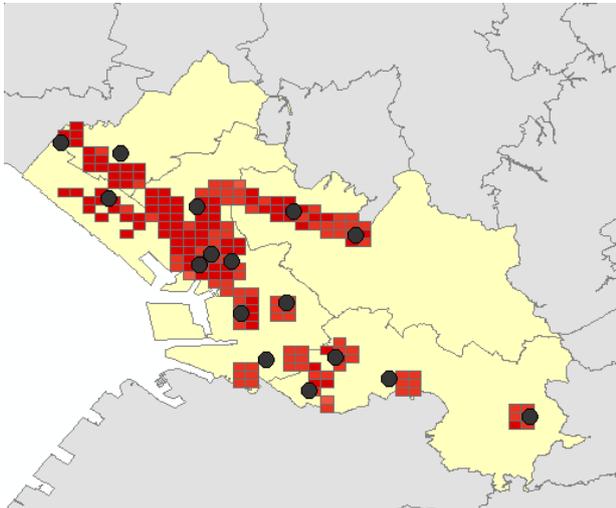


図-6 行政施設の空間分布 (人口集約率 100%)

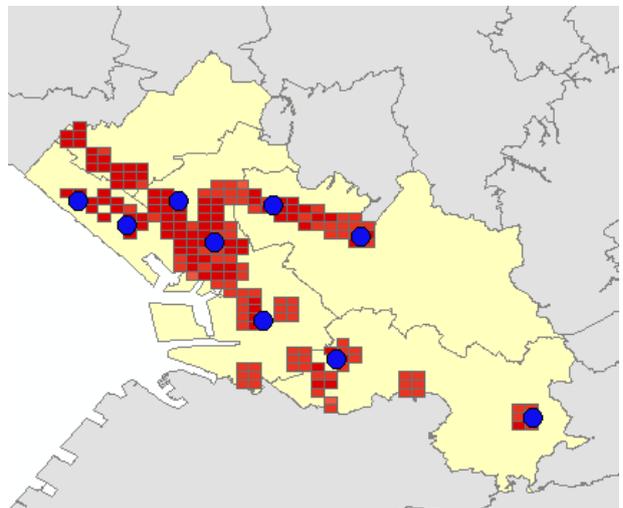


図-7 図書館の空間分布 (人口集約率 100%)

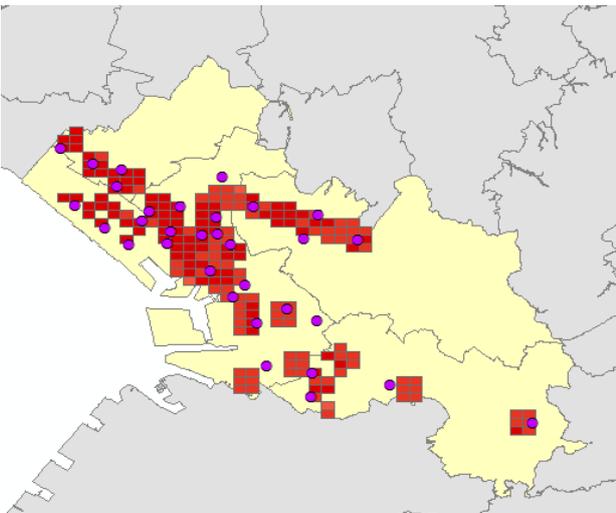


図-8 公民館の空間分布 (人口集約率 100%)

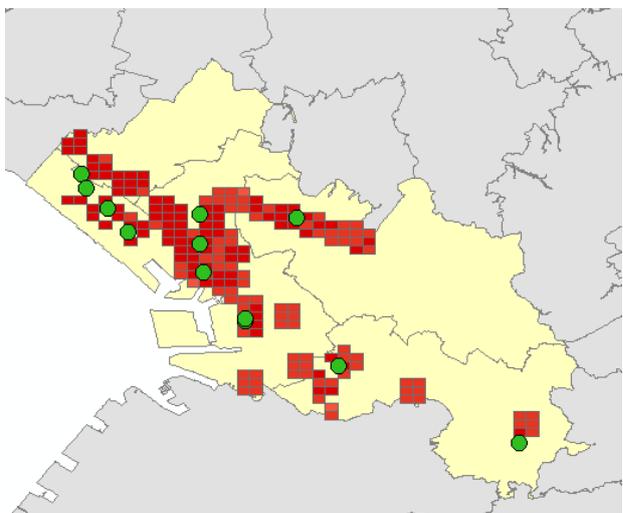


図-9 集会施設の空間分布 (人口集約率 100%)

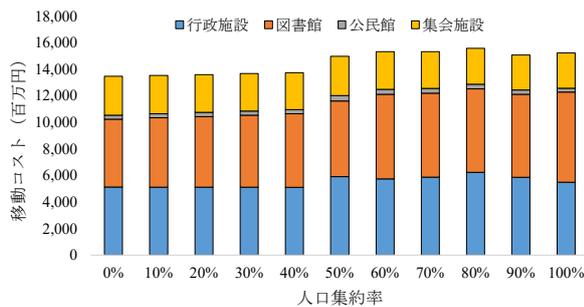


図-10 人口集約率別の移動コスト

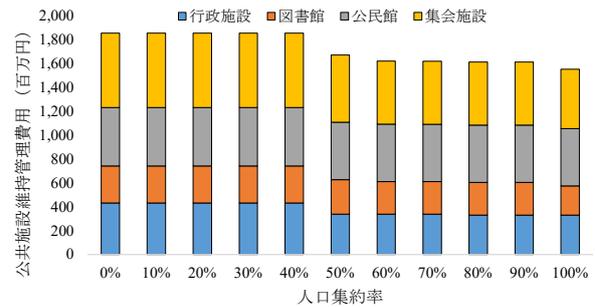


図-11 人口集約率別の公共施設維持管理費用

ことから、15-minute city のコンセプトに基づいて人口の集約化を行い、利用者の減少した公共施設を除却した場合においても、行政の公共施設の維持管理費用の負担を削減することが可能であることが明らかになった。

## 5. おわりに

本研究では、人口減少下の都市として千葉市を対象に、15-minute city のコンセプトに基づいて人口の集約化を行った際の住民が公共施設利用に費やす移動コストと公共施設の維持管理費用を推計した。その結果、集約化により利用者が著しく減少する施設を除却した場合、公共施設へ費やす維持管理費用は削減することが可能であるが、住民の移動コストは施設によって減少する場合と増加する場合があることが明らかになった。集約前と 100%集約後と比較すると集会施設と公民館では、移動コストの削減が見られたが、図書館と行政施設では、集約前よりも移動コストが高い結果となった。この結果より、15-minute city のコンセプトに基づいて人口を集約することにより、公共施設の削減することは可能であるが、住民の移動コストが必ずしも削減されるわけではないということが明らかになった。

結論として、行政が 15-minute city のコンセプトに基づいて都市の集約化を実施するためには、除却対象施設の機能を考慮し、適切な効果が得られない可能性がある。今後、基本的な施設を 15 分以内で到達可能とするためには計画的に都市の集約化を実施する必要があり、15 分圏内に集約させる施設の選定が重要となる。

## 参考文献

- 1) 内閣官房：新型コロナウイルス感染症対策，<https://corona.go.jp/>，2021 年 9 月閲覧。
- 2) 中井秀信，森本章倫：コンパクトシティ政策が民生・交通部門のエネルギー消費量に与える影響に関する研究，土木学会論文集 D，Vol.64，No.1，pp.1-10，2008。
- 3) 丸岡陽，松川寿也，中出文平，樋口秀：集約型都市構造の実現に向けた地方中核市の評価に関する研究，

- 都市計画論文集，Vol.53，No.1，pp.85-96，2018。
- 4) 根市政明，土屋貴佳，室町泰徳：都市のコンパクト化による都市施設マネジメント費用の変化に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.24，No.1，pp.217-222，2007。
- 5) Moreno, C.: La Ville du Quart D'heure: Pour un Nouveau Chrono-Urbanisme,  
<https://www.latribune.fr/regions/smart-cities/la-tribune-de-carlos-moreno/la-ville-du-quart-d-heure-pour-un-nouveau-chrono-urbanisme-604358.html>, accessed on September 2021.
- 6) Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C. and Pratlong, F.: Introducing the "15-Minute City": Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities, *Smart Cities*, Vol.4, pp.93-111, 2021.
- 7) Da Silva, D. C., King, A. D. and Lemar, S.: Accessibility in practice: 20-minute city as a sustainability planning goal, *Sustainability*, Vol.12, No.129, pp.1-20, 2020.
- 8) Mackness, K., White, I., and Barrett, P.: Towards the 20-minute city, *Build*, No.183, pp.71-72, 2021.
- 9) Weng, M., Ding, L., Li J., Jin, X., Xiao, He., He, Z. and Su, S.: The 15-minute walkable neighborhoods: Measurement, social inequalities and implications for building healthy communities in Urban China, *Journal of Transport & Health*, Vol.13, pp.259-273, 2019.
- 10) Graells-Garrido, E., Serra-Burriel, F., Rowe, F., Cucchiatti, FM. and Reyes, P.: A city of cities: Measuring how 15-minutes urban accessibility shapes human mobility in Barcelona, *PLoS ONE*, Vol.16, No.5, pp.1-21, 2021.
- 11) Balletto, G., Ladu, M., Milesi, A. and Borruso, G.: A methodological approach on disused public properties in the 15-minute city perspective, *Sustainability*, Vol.13, No.593, pp.1-19, 2021.
- 12) 千葉市：人口の将来見通し，<https://www.city.chiba.jp/sogoseisaku/sogoseisaku/kikaku/population2.html>，2021 年 9 月閲覧。
- 13) 千葉市：資産カルテの公表，<https://www.city.chiba.jp/zaiseikyoku/shisan/shisan/shisankarte.html>，2021 年 9 月閲覧。
- 14) 和田夏子，大野秀敏：都市のコンパクト化の費用評価—長岡市を事例とした都市のコンパクト化の評価に関する研究—その 2—，日本建築学会環境系論文集，Vol.78，No.687，pp.419-425，2013。

(???? ?? ?? 受付)